

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-62591

(P2001-62591A)

(43)公開日 平成13年3月13日 (2001.3.13)

(51)Int.Cl'

B 30 B 1/26

識別記号

15/00

F I

B 30 B 1/26

15/00

マークコード(参考)

A 4 E 0 8 8

B 4 E 0 9 0

D

審査請求 未請求 請求項の数16 OL (全 17 頁)

(21)出願番号

特願平11-237454

(22)出願日

平成11年8月24日 (1999.8.24)

(71)出願人 390014672

株式会社アマダ

神奈川県伊勢原市石田200番地

(71)出願人 595067372

株式会社エヌエスエンジニアリング

神奈川県伊勢原市石田318番地3

(71)出願人 591193336

株式会社総合安全技術センター  
東京都港区元赤坂1-1-2

(72)発明者 内藤 敦志郎

神奈川県伊勢原市石田318-3

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

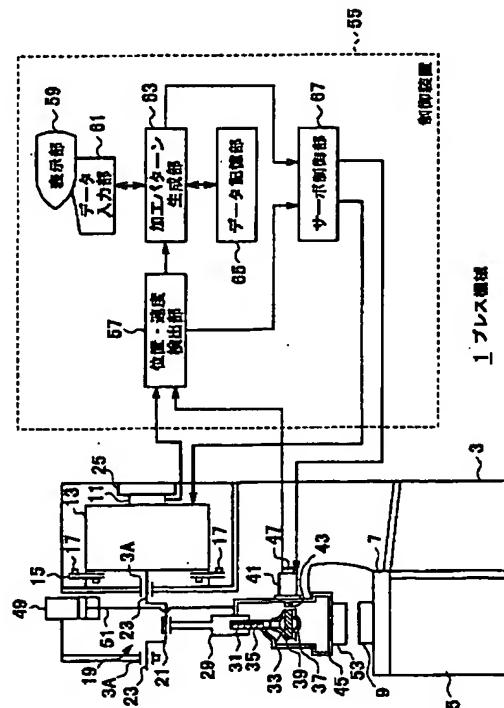
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プレス機械

(57)【要約】

【課題】 クランク軸回転数の制限内で不要なスライドモーションを削減し、プレス機械の生産タクトを向上させる。

【解決手段】 プレス駆動サーボモータ13にローテーティングフィールド・シンクロナス・サーボモータを使用し、減速機を介さずに直接クランク軸19を駆動する。制御装置55のデータ入力部61から入力された加工情報に基づいて、加工パターン生成部63は、スライド45のモーションを含む加工パターンを生成する。サーボ制御部67は加工パターンに基づいて、プレス駆動サーボモータ13を制御してクランク軸19を回動させ、所望のスライドストロークを発生させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 クランク軸又はエキセントリック軸に連結されたスライドを上下動させてスライドの下部に設けた上型とボルスタの上部に設けた下型との協働でワークにプレス加工を行うプレス機械であって、減速機を介さずに前記クランク軸又はエキセントリック軸を直接駆動するプレス駆動サーボモータと、製品毎の加工情報を入力するデータ入力部と、  
10 入力された加工情報を記憶するデータ記憶部と、該データ記憶部に記憶された加工情報に基づく前記スライドのモーションを含む加工パターンを生成する加工パターン生成部と、該加工パターン生成部が生成した加工パターンに応じて前記プレス駆動サーボモータを制御するサーボ制御部と、を備えたことを特徴とするプレス機械。

【請求項2】 クランク軸又はエキセントリック軸に連結されたスライドを上下動させてスライドの下部に設けた上型とボルスタの上部に設けた下型との協働でワークにプレス加工を行うプレス機械であって、  
20 前記クランク軸又はエキセントリック軸を減速機を通して駆動するプレス駆動サーボモータと、製品毎の加工情報を入力するデータ入力部と、入力された加工情報を記憶するデータ記憶部と、該データ記憶部に記憶された加工情報に基づく前記スライドのモーションを含む加工パターンを生成する加工パターン生成部と、該加工パターン生成部が生成した加工パターンに応じて前記プレス駆動サーボモータを制御するサーボ制御部と、  
30 を備えたことを特徴とするプレス機械。

【請求項3】 前記プレス駆動サーボモータは、固定電機子に設けた第1のコイルが発生する回転磁界により回転子が磁化されるとともに前記固定電機子に設けた第2のコイルが発生する回転磁界により前記回転子が回転させられるローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータであることを特徴とする請求項1または請求項2記載のプレス機械。

【請求項4】 前記加工情報は、上死点から下死点までのクランク回転角に対応する最大ストローク長以下の任意のストローク長を含み、前記加工パターン生成部は、前記ストローク長が最大ストローク長未満の場合、該ストローク長をプレス駆動サーボモータが正回転及び逆回転を繰り返す回転角度に変換した加工パターンを生成することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械。

【請求項5】 前記加工情報は、上死点から下死点までのクランク回転角に対応する最大ストローク長以下の任意のストローク長を含み、前記加工パターン生成部は、前記ストローク長が最大ス

10

20

30

40

50

トローク長の場合、前記プレス駆動サーボモータの同一方向回転を加工パターンとすることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械。

【請求項6】 前記加工情報は、コイニング加工時の回転速度、コイニング復帰位置、コイニング加工繰り返し回数を含み、

前記加工パターン生成部は、前記加工情報に基づいて、前記プレス駆動サーボモータを加工開始位置から加工終了位置まで指定された回転速度で指定回数だけ回動させる加工パターンを生成することにより、同一ワークに対して前記スライドを最大ストロークより小さいストロークの繰り返し往復運動させることを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械。

【請求項7】 前記加工情報は、コイニング加工の加工開始位置を更に含み、

前記加工パターン生成部は、前記プレス駆動サーボモータを加工開始位置から指定回数だけ回動させる加工パターンを生成することにより、同一ワークに対して前記スライドを最大ストロークより小さいストロークの繰り返し往復運動させることを特徴とする請求項6記載のプレス機械。

【請求項8】 前記加工情報は、加工回転数、加工開始点及び加工終了点を含み、

前記加工パターン生成部は、加工回転数、加工開始点及び加工終了点に従って加工パターンを生成することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械。

【請求項9】 前記データ記憶部は、予め各製品に共通の機械構造によって定まる最大回転数及び加減速時定数を記憶し、

前記加工パターン生成部は、加工開始点から加工終了点以外のストロークにおいて最大回転数及び加減速時定数に従って加工パターンを生成することを特徴とする請求項8記載のプレス機械。

【請求項10】 前記加工情報は、板厚、加工開始点及び加工終了点をそれぞれ製品毎に含み、

前記データ記憶部は、予め板厚毎に最適加工速度を記憶し、

前記加工パターン生成部は、板厚、加工開始点及び最適加工速度に従って加工パターンを生成することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械。

【請求項11】 前記加工パターン生成部が生成する加工パターンは、加工開始点から板厚の約1/3まで前記スライドのストロークが進んだ時点から加工速度を加速することを特徴とする請求項10記載のプレス機械。

【請求項12】 前記加工情報は、製品毎の加工開始点から加工終了点までの任意に変化する加工速度情報を更に含み、

前記加工パターン生成部は、板厚、加工開始点及び前記

加工速度情報により加工パターンを生成することを特徴とする請求項10記載のプレス機械。

【請求項13】 前記加工情報は、加工を実施する時間帯毎の加工速度情報を含み、

前記加工パターン生成部は、加工時の時間帯に合わせて加工情報を選択して加工パターンを生成することを特徴とする請求項1ないし請求項12のいずれか1項記載のプレス機械。

【請求項14】 前記スライドの下死点位置を調整する下死点調整用サーボモータをさらに備え、

前記加工パターン生成部は、前記プレス駆動サーボモータによるスライドの上下運動と前記下死点調整用サーボモータによる下死点調整運動とが合成された合成モーションとして加工パターンを生成し、

前記サーボ制御部は、前記プレス駆動サーボモータの制御と前記下死点調整用サーボモータの制御とを同期させて、前記合成モーションによるプレス動作を行わしめることを特徴とする請求項1ないし請求項13のいずれか1項記載のプレス機械。

【請求項15】 前記データ入力部から入力された入力データ、または前記加工パターン生成部が生成した加工パターンによる生産タクトを表示する表示部を更に備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項14のいずれか1項記載のプレス機械。

【請求項16】 前記プレス機械は、汎用プレス機械、プレスブレーキ、タレットパンチプレス、或いはシャーリング機械であることを特徴とする請求項1ないし請求項15のいずれか1項記載のプレス機械。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプレス機械に係り、特にクランク軸をサーボモータで直接駆動するクランクプレス機械に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】従来のクランクプレス機械は、動力源としてインダクションモータを利用したものや、サーボモータを利用したものがある。

【0003】インダクションモータを利用したクランクプレス機械は、インダクションモータの連続回転でフライホイールを回転させ、フライホイールの回転をクラッチ・ブレーキを介して減速機に伝え、減速機で減速された回転をクランク軸に与えている。そしてクランク軸の回転をスライドの上下運動に変換して、スライド下面に固着された上型とこれに対向するボルスタに固着された下型との協働で被加工物にプレス加工するものである。

【0004】サーボモータを利用したクランクプレス機械は、低速大トルクのサーボモータが得られないため、高速サーボモータの回転をブーリやギア等の減速機により減速してクランク軸を駆動していた。その他の構成は、インダクションモータを利用したものとほぼ同様で

ある。

【0005】また、減速機構の一部及び回転運動を直線運動に変換する手段としてボールねじ式サーボプレス機械がある。ボールねじ式サーボプレス機械は、直動式サーボプレス機械とも呼ばれ、サーボモータの回転をギア又はブーリーで減速してボールねじに伝達し、ボールねじにより回転運動をスライドの上下運動に変換して、スライド下面に固着された上型とこれに対向するボルスタに固着された下型との協働で被加工物にプレス加工するものである。

##### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のサーボモータを利用したクランクプレス機械においては、サーボモータの回転はブーリやギアを用いた減速機構により減速されてクランク軸部材に伝達されているので、ギヤ音、バックラッシュによる振動、騒音が発生したり、またスライドの停止位置精度が悪いという問題点があった。

【0007】また、サーボモータの回転をクランク軸に伝達する伝達機構を備える必要があるので、プレス機械自体が大型になり、また、部品点数が多いためにプレス機械の組立に多くの時間を要するという問題点があった。

【0008】また、サーボモータの回転がギヤ又はブーリ等の回転伝達機構により伝達されるので、駆動力の伝達ロスが発生し、エネルギー効率が悪いという問題点があった。また、大トルクを発生するサーボモータはマグネットを使用しているので、高価であるという問題点があった。

【0009】また、上述したようなボールねじ式のプレス機はボールねじに強度がないために大トルクをかけることができず、高い加圧力を必要とするプレス加工には適用できないという問題点があった。

【0010】また、従来のインダクションモータを利用したクランクプレス機械においては、スライドのモーションは、上死点と下死点との間を往復する固定モーションとなっていたので、機械の強度及び剛性によりフライホイールの上限回転数が制限され、これ以上の生産性の向上が望めないという問題点があった。

【0011】また、従来のインダクションモータを利用したクランクプレス機械において、絞り加工を行う際には、製品に合わせてフライホイールの回転数を手動で調整して一分当たりの加工回数 s p m (stroke per minute) を低下させていたので、低速域ではフライホイールのエネルギーが不足し加工できない製品もあるという問題点があった。

【0012】また、従来のインダクションモータを利用したクランクプレス機械では、打抜き加工の際に、金型と板材との間や、フレームの歪み等によって大きな振動及び騒音が発生し、振動や騒音を下げるためには、クラ

ンク軸回転速度を低下させて、 $s\text{pm}$ を落として加工しなければならないため、生産性が低下するという問題点があった。

【0013】また、従来のインダクションモータを利用したクランクプレス機械においては、スライドのモーションは、上死点と下死点との間を往復する固定モーションとなっていたので、被加工物に対して複数回（例えばN回）の加圧を行うコイニング加工する際には、N回のクランク軸回転を要し、生産タクトがN倍となって、生産性が低下するという問題点があった。

【0014】また、ボールねじ式のプレス機械においては、N回の加圧を行うコイニング加工を行う際には、サーボ指令によりサーボモータに対して4N回の加速又は減速を行わせるために、生産性が向上しないという問題点があった。

【0015】本発明は上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は、クランク式プレス機械の強度、剛性を生かして、回転伝達機構の振動並びに騒音、エネルギーの伝達ロスを低減すると共に、コンパクト化を図り得るプレス機械を提供することにある。また本発明の別の目的は、フライホイールの上限回転数により $s\text{pm}$ が制限されず、生産性を向上させたクランクプレス機械を提供することである。

【0016】また本発明の別の目的は、製品に応じて加工時のスライド速度を低下させるとともに、加工の前後においてスライド速度を高めて、 $s\text{pm}$ を向上させることができるクランクプレス機械を提供することである。また本発明の別の目的は、 $s\text{pm}$ を低下させることなく、騒音及び振動を低下させることのできるクランクプレス機械を提供することである。

#### 【0017】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は次の構成を有する。

【0018】請求項1記載の発明は、クランク軸又はエキセントリック軸に連結されたスライドを上下動させてスライドの下部に設けた上型とボルスタの上部に設けた下型との協働でワークにプレス加工を行うプレス機械であって、減速機を介さずに前記クランク軸又はエキセントリック軸を直接駆動するプレス駆動サーボモータと、製品毎の加工情報を入力するデータ入力部と、入力された加工情報を記憶するデータ記憶部と、該データ記憶部に記憶された加工情報に基づく前記スライドのモーションを含む加工パターンを生成する加工パターン生成部と、該加工パターン生成部が生成した加工パターンに応じて前記プレス駆動サーボモータを制御するサーボ制御部と、を備えたことを要旨とする。

【0019】請求項2記載の発明は、クランク軸又はエキセントリック軸に連結されたスライドを上下動させてスライドの下部に設けた上型とボルスタの上部に設けた下型との協働でワークにプレス加工を行うプレス機械で

あって、前記クランク軸又はエキセントリック軸を減速機を介して駆動するプレス駆動サーボモータと、製品毎の加工情報を入力するデータ入力部と、入力された加工情報を記憶するデータ記憶部と、該データ記憶部に記憶された加工情報に基づく前記スライドのモーションを含む加工パターンを生成する加工パターン生成部と、該加工パターン生成部が生成した加工パターンに応じて前記プレス駆動サーボモータを制御するサーボ制御部と、を備えたことを要旨とする。

【0020】請求項3記載の発明は、請求項1または請求項2記載のプレス機械において、前記プレス駆動サーボモータは、固定電機子に設けた第1のコイルが発生する回転磁界により回転子が磁化されるとともに前記固定電機子に設けた第2のコイルが発生する回転磁界により前記回転子が回転させられるローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータであることを要旨とする。

【0021】請求項4記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械において、前記加工情報は、上死点から下死点までのクランク回転角に対応する最大ストローク長以下の任意のストローク長を含み、前記加工パターン生成部は、前記ストローク長が最大ストローク長未満の場合、該ストローク長をプレス駆動サーボモータが正回転及び逆回転を繰り返す回動角度に変換した加工パターンを生成することを要旨とする。

【0022】請求項5記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械において、前記加工情報は、上死点から下死点までのクランク回転角に対応する最大ストローク長以下の任意のストローク長を含み、前記加工パターン生成部は、前記ストローク長が最大ストローク長の場合、前記プレス駆動サーボモータの同一方向回転を加工パターンとすることを要旨とする。

【0023】請求項6記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械において、前記加工情報は、コイニング加工時の回転速度、コイニング復帰位置、コイニング加工繰り返し回数を含み、前記加工パターン生成部は、前記加工情報に基づいて、前記プレス駆動サーボモータを加工開始位置から加工終了位置まで指定された回転速度で指定回数だけ回動させる加工パターンを生成することにより、同一ワークに対して前記スライドを最大ストロークより小さいストロークの繰り返し往復運動させることを要旨とする。

【0024】請求項7記載の発明は、請求項6記載のプレス機械において、前記加工情報は、コイニング加工の加工開始位置を更に含み、前記加工パターン生成部は、前記プレス駆動サーボモータを加工開始位置から指定回数だけ回動させる加工パターンを生成することにより、同一ワークに対して前記スライドを最大ストロークより

小さいストロークの繰り返し往復運動させることを要旨とする。

【0025】請求項8記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械において、前記加工情報は、加工回転数、加工開始点及び加工終了点を含み、前記加工パターン生成部は、加工回転数、加工開始点及び加工終了点に従って加工パターンを生成することを要旨とする。

【0026】請求項9記載の発明は、請求項8記載のプレス機械において、前記データ記憶部は、予め各製品に共通の機械構造によって定まる最大回転数及び加減速時定数を記憶し、前記加工パターン生成部は、加工開始点から加工終了点以外のストロークにおいて最大回転数及び加減速時定数に従って加工パターンを生成することを要旨とする。

【0027】請求項10記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項記載のプレス機械において、前記加工情報は、板厚、加工開始点及び加工終了点をそれぞれ製品毎に含み、前記データ記憶部は、予め板厚毎に最適加工速度を記憶し、前記加工パターン生成部は、板厚、加工開始点及び最適加工速度に従って加工パターンを生成することを要旨とする。

【0028】請求項11記載の発明は、請求項10記載のプレス機械において、前記加工パターン生成部が生成する加工パターンは、加工開始点から板厚の略1/3まで前記スライドのストロークが進んだ時点から加工速度を加速することを要旨とする。

【0029】請求項12記載の発明は、請求項10記載のプレス機械において、前記加工情報は、製品毎の加工開始点から加工終了点までの任意に変化する加工速度情報を更に含み、前記加工パターン生成部は、板厚、加工開始点及び前記加工速度情報により加工パターンを生成することを要旨とする。

【0030】請求項13記載の発明は、請求項1ないし請求項12のいずれか1項記載のプレス機械において、前記加工情報は、加工を実施する時間帯毎の加工速度情報を含み、前記加工パターン生成部は、加工時の時間帯に合わせて加工情報を選択して加工パターンを生成することを要旨とする。

【0031】請求項14記載の発明は、請求項1ないし請求項13のいずれか1項記載のプレス機械において、前記スライドの下死点位置を調整する下死点調整用サーボモータをさらに備え、前記加工パターン生成部は、前記プレス駆動サーボモータによるスライドの上下運動と前記下死点調整用サーボモータによる下死点調整運動とが合成された合成モーションとして加工パターンを生成し、前記サーボ制御部は、前記プレス駆動サーボモータの制御と前記下死点調整用サーボモータの制御とを同期させて、前記合成モーションによるプレス動作を行わしめることを要旨とする。

【0032】請求項15記載の発明は、請求項1ないし請求項14のいずれか1項記載のプレス機械において、前記データ入力部から入力された入力データ、または前記加工パターン生成部が生成した加工パターンによる生産タクトを表示する表示部を更に備えたことを要旨とする。

【0033】請求項16記載の発明は、請求項1ないし請求項15のいずれか1項記載のプレス機械において、前記プレス機械は、汎用プレス機械、プレスブレーキ、タレットパンチプレス、或いはシャーリング機械であることを要旨とする。

【0034】

【発明の実施の形態】次に図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明に係るプレス機の実施形態の構成を示すシステム構成図である。同図において、プレス機械1は、立設された機械フレーム3を備えており、この機械フレーム3における下部の前部には前フレーム5が一体化されている。この前フレーム5の上部にはボルスタ7が設けられており、このボルスタ7上には下型9が交換可能に装着されている。

【0035】機械フレーム3の上部には、レゾルバ、ロータリエンコーダなどの位置検出センサ11を備えたプレス駆動用サーボモータ13が重ね板バネ15を介してボルト17で取付けられている。このプレス駆動用サーボモータ13の出力軸には、左右方向に伸延したクランク軸19が装着されている。

【0036】このクランク軸19の偏心部21の両側の主軸部23は、軸受3Aを介して機械フレーム3に軸支されている。またクランク軸19の偏心部21にはコネクティングロッド29の上部が装着されている。しかも、このコネクティングロッド29の下部内には上下方向へ雌ネジ31が形成されている。

【0037】この雌ネジ31には玉ネジ33に備えられた雄ネジ35が螺合されている。玉ネジ33にはウォームホイール37が設けられており、このウォームホイール37にはウォーム39が噛合されている。このウォーム39には下死点調整用サーボモータ41の出力軸43が装着されている。下死点調整用サーボモータ41はスライド(ラムとも呼ばれる)45に取付けられている。しかも、下死点調整用サーボモータ41にはレゾルバ、ロータリエンコーダなどの位置検出センサ47が備えられていた。

【0038】機械フレーム3の図1において左側上部には、バランスシリング49が設けられており、このバランスシリング49に装着されたピストンロッド51の先端(下端)は前記スライド45の上部に取付けられている。このバランスシリング49を作動せしめることによりスライド45を上方に引き上げる力が働き、スライドの重量による下方への力がバランスされ、プレス駆動用サーボモータ13の負荷変動を軽減することができる。

前記スライド45の下部には前記下型9に対応した上型53が交換可能に設けられている。

【0039】また、機械フレーム3の右側上部には、機械式ブレーキ25が設けられており、機械式ブレーキ25によりプレス駆動用サーボモータ13の回転を停止させたり、その停止状態を保持することにより、プレス駆動用サーボモータ13への給電が停止しサーボモータとして電磁気的に回転停止状態を保持できない場合でも、スライド45を停止させ、プレス機械としての安全性を確保できるようになっている。

【0040】さらに、前記機械フレーム3の図1において右方には制御装置55が配置されている。制御装置55は、位置センサ11及び47から位置及び速度信号を入力し位置及び速度を検出する位置・速度検出部57、CRT画面等の表示手段を備えて、加工情報や加工パターン若しくは加工パターンによる生産タクトを表示する表示部59、加工情報を入力するためのデータ入力部61、入力された加工情報に基づいてスライドのモーションを含む加工パターンを生成する加工パターン生成部63、加工情報や加工パターンを記憶するデータ記憶部65、加工パターンに従ってプレス駆動サーボモータ13及び下死点調整用サーボモータ41を制御するサーボ制御部67を備えている。

【0041】上記構成により、制御装置55にプレス駆動用サーボモータ13を制御せしめて駆動せしめると、出力軸を介してクラシク軸19が回転される。このクラシク軸19の回転はコネクティングロッド29に上下運動に変換され、さらに玉ねじ33、ウォームホイール37およびウォーム39を介してスライド45が上下動される。

【0042】また、制御装置55により下死点調整用サーボモータ41を制御し駆動せしめると、出力軸43を介してウォーム39が回転され、ウォームホイール37を介して玉ねじ33が回転される。玉ねじ33が回転されると、雄ネジ35と雌ネジ31とが螺合されているから、コネクティングロッド29に対してスライド45の下死点の位置が上下に調整される。

【0043】図2ないし図5は、プレス駆動用モータ13として好ましいローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータ（回転磁界型同期電動機）を説明する図である。尚、ローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータの構成及びその制御方法は、本願発明者らによる特開平5-316783号公報、特開平7-15900号公報に詳細に開示されている。

【0044】ローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータは、図2に縦断面図、図3に軸方向正面図を示すように、固定電機子（ステータ）101に設けた第1のコイルである界磁コイル103が発生する回転磁界により回転子（ロータ）107が磁化されるとともに固定電機子101に設けた第2のコイル105である

トルク発生用の電機子コイル105が発生する回転磁界により回転子107が回転させられるローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータである。

【0045】さらに詳しく説明すると、図3においては回転子107の側面部に対向して配置された界磁コイル103、及び回転子107の外周部に対向して配置された電機子コイル105が設けられたローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータ13の基本的な構造が示されている。

【0046】固定電機子101は、板状のコアを重ねたコア部111に電機子コイル105が巻かれて設けられている。また、回転子107は永久磁石を使用しない磁性体であり、回転子107の両側面側、つまり図2において右面側及び左面側にも界磁コイル103が周設されている。すなわち、このプレス駆動用サーボモータ13は界磁コイル103によって図2の矢印に示されているように磁束が発生して回転子107が磁化され、電機子コイル105により生成される回転磁界により回転子107が回転させられる。

【0047】また、図4に示すように、このプレス駆動用サーボモータ13は界磁コイル103を電気角120°ずつずらした3組の3相巻線として電機子側に設けられ、電機子コイル105も電気角120°ずつずらした3組の3相巻線として電機子側に設けられ、その巻線間の電気角が90°とした構造とすることも可能である。

【0048】したがって、図示せざる制御部からの指令でプレス駆動用サーボモータ13に対して所定電力が所定の位相角で供給されると、回転子107の側面に配置された界磁コイル103により回転子107の特に図2においてコア部111へ磁力が伝達されてコア部111が磁化され、ステータ101の電機子コイル105により回転子107が回転する。この場合、回転子107は永久磁石が使用されていないために安価で、大トルク、大型のモータの製作が可能である。

【0049】上記の回転子107の側面に界磁コイル103を配置したプレス駆動用サーボモータ13では、回転子107の磁力が側面に配置された界磁コイル103によりコントロールされる。

【0050】ここで、プレス駆動用サーボモータ13のトルク $\tau$ 、誘起電圧Eは、それぞれ、次に示す式(1)及び式(2)で表される。

【0051】

$$[\text{数1}] \quad \tau = K_1 \times \Phi M \times I \quad [\text{Nm}] \quad \cdots (1)$$

$$E = K_2 \times \Phi M \times N \quad [\text{V}] \quad \cdots (2)$$

ここで、K1、K2は比例定数、ΦMは界磁コイルによる磁束、Iは電機子コイル電流、Nは回転数を示している。

【0052】上記の2式により、ΦMは界磁電流により可変できるので、トルク $\tau$ は磁界の強さΦM×電機子電流I [A]に比例し、誘起電圧Eは界磁の強さΦM×回

転数Nに比例する。ここで、任意のN回転において常に一定の誘起電圧Eになるように界磁ΦMを制御し、モータの発熱量を決定する。出力は  $P = 2\pi \times N \times \tau$  で決定され、回転数Nにより発生トルク  $\tau$  が決定される。このタイプのモータは出力が一定であるので定出力モータと称する。

【0053】上記の定出力モータのタイプのプレス駆動用サーボモータ13がクランク軸11に直接取り付けられた場合は、低速域で大トルクを発生可能であり、例えば0~300s<sup>-1</sup>mのプレスに最適な大トルクが発生する。

【0054】図5はプレス駆動用サーボモータに永久磁石を用いた例を示す。同図において、永久磁石を使用したプレス駆動用サーボモータ113は、磁性体のコア部111に電機子コイル105が設けられ、この電機子コイル105の内側に間隙115を介して対向する回転子107外周部の位置にはマグネット部117が回転子107に一体的に設けられる。電機子コイル105は複数の位相のコイルが巻回されて形成され、一方、マグネット部117は各コイルに対向する間隔で永久磁石のN極とS極とが交互に多数個、周設されるものである。

【0055】したがって、電機子コイル105の複数の位相のコイルにタイミングよく駆動電流(パルス)が順次加えられると、これらの複数の位相のコイルと多数の永久磁石との間の磁力により、マグネット部117が回転子107を回転せしめるよう作用し、回転子107並びにスライド軸部109がサーボモータ113内で回転する。

【0056】なお、永久磁石を使用したプレス駆動用サーボモータ113では、トルク  $\tau$ 、誘起電圧Eは、次の2つの式で示される。

【0057】

$$\text{【数2】 } \tau = K_3 \times \Phi M \times I \quad [\text{Nm}] \quad \dots (3)$$

$$E = K_4 \times \Phi M \times N \quad [V] \quad \dots (4)$$

ここで、K3、K4は比例定数、ΦMは永久磁石の磁束を示している。

【0058】上記の2式により、トルク  $\tau$  は電機子電流I [A] に比例する。モータの定格出力を決定する温度上昇は電機子電流の銅損による発熱であり、電機子電流はトルクに比例する。従って、このタイプのモータは、温度上昇による使用限界が回転数Nに関係なく一定のトルク  $\tau$  [Nm] であるので、定トルクモータと称する。

【0059】なお、回転子107を逆転させるには、複数の位相のコイルに加えるパルスの順序を逆にすることによりできるので、スライド軸部109を介してクランク軸19を容易に逆転される。

【0060】上記構成により、制御装置により制御されて上記のプレス駆動用サーボモータ13が駆動されると、回転子107の回転によりスライド軸部109を介してクランク軸19が回転し、このクランク軸19の

回転はコネクティングロッド29により上下運動に変換されてスライド45が上下動される。

【0061】また、制御装置55により下死点調整用モータ41が制御されて駆動されると出力軸43を介してウォーム39が回転され、ウォームホイール37を介して玉ねじ33が回転される。玉ねじ33が回転されると雄ねじ35と雌ねじ31が螺合されているので、コネクティングロッド29に対してスライド45の下死点の位置が上下に調整されてダイハイドが微調整される。

【0062】したがって、プレス駆動用サーボモータ13によるスライド45の上下動が高速で行われることにより、例えば1つの製品に対して数回の繰り返しの絞り加工や打ち抜き加工が行われる場合、段階的に各加工毎に下死点位置調整用モータ41によるダイハイド調整が行われて実際のスライド45のストロークが段階的に下げられることによりダイハイド間が段階的に小さくされるので、ワークWを移動せずに同じ所で繰り返しのプレス加工が高精度で効率的に行われる。また、能力の小さいプレスで大きなプレス加工が可能となる。

【0063】以上のように、プレス駆動用サーボモータ13の軸心とクランク軸19の軸受部15の軸心とが一直線上に配置され、プレス駆動用サーボモータ13の回転子107とクランク軸19がダイレクトに連結されるので、従来のような減速機構並びに回転伝達機構がなくなるために、部材点数が少なく構造が簡単で組立容易であり、コンパクト化を図ることができ、エネルギーの伝達ロスがなくなり電力消費量を低減することができる。

【0064】なお、一般的なプレス機械として、常時フライホイールを回転させているものは、駆動モータが常時ON状態であるので、電力消費量が多いが、これに比べると、本発明のプレス機械はプレス稼動時にプレス駆動用サーボモータ13がONされるので電力消費量を低減することができる。

【0065】また、従来のようなフライホイールやギヤやタイミングベルト等の伝達手段を介さないので、騒音や振動が少なくなる。定出力モータ式のプレス駆動用サーボモータ13は騒音が少ない。さらに、重ね板バネ15等の振動吸収部材が設けられているために、クランク軸19の振動に対応してモータが振動吸収部材を介して従動するので、スライド45の振動がプレス駆動用サーボモータ13に伝わらないように吸収される。

【0066】また、従来のようなサーボモータ並びに減速機構、回転伝達機構を使用したものは非通電時に静止が難しいが、本発明のプレス機械1は、プレス駆動用サーボモータ13の非通電時に機械式ブレーキ25で、機械的に静止させることができ、また、直ちに反転が可能であるので成形加工が容易である。

【0067】図6は、前記制御装置55を例えればマイクロコンピュータを用いて構成したブロック図を示すものである。図6に示すように、制御装置55は、バス調停

機能を内蔵したCPU71を備えており、このCPU71のバス73には、キーボードのごとき入力装置75、CRTのごとき出力装置77が接続されている。また、バス73にはプログラムを記憶するプログラムメモリ83、データを記憶するデータメモリ85、プレス駆動用サーボ制御部87、下死点調整用サーボ制御部89、日付時刻を保持するカレンダクロック91、A/Dコンバータ79、通信制御部81が接続されている。

【0068】入力装置75は、加工情報やオペレーターからの各種の指示を入力することに用いられる。出力装置77は、入力した加工情報の表示確認、加工情報に基づいて作成された加工パターンの表示、加工パターンにより定まる当該加工の生産タクト等を表示することに用いられる。

【0069】プログラムメモリ83は、後述する加工情報に基づいてスライドのモーションを含む加工パターンを生成する加工パターン生成プログラム83a、プレス駆動用サーボ制御部87及び下死点調整用サーボ制御部89を制御するためのサーボ制御プログラム83b、入力装置75及び出力装置77を制御するための入出力制御プログラム83c、その他プレス機械1を制御するプログラムを記憶している。

【0070】データメモリ85は、入力装置75または通信制御部81を介して入力された製品毎の加工情報を記憶する加工情報記憶領域85a、加工パターン生成プログラムが生成した加工パターンを記憶する加工パターン記憶領域85b、CPU71が作業用に利用する作業領域85cを備えている。

【0071】作業領域85cには、製品毎の加工情報に基づいて加工パターンを生成する際に利用可能なパラメータ、即ち、予め各製品に共通の機械構造によって定まる最大回転数及び加減速時定数、材料の材質、板厚、または加工内容等による最適加工速度の情報や、加工を実施する際の時間帯毎の騒音や振動の環境規制値をクリアするための時間帯毎の最大回転数等が記憶されており、加工パターン生成プログラム83aは、これらのパラメータを考慮して加工パターンを生成することができるようになっている。

【0072】A/Dコンバータ79の入力には、マルチブレクサ93の出力が接続され、マルチブレクサ93の入力には、プレス駆動用サーボモータ13の回転位置を検出する位置検出センサ11a、プレス駆動用サーボモータ13の回転速度を検出する速度検出センサ11b、下死点調整用サーボモータ41の回転位置を検出する位置検出センサ47a、下死点調整用サーボモータ41の回転速度を検出する速度検出センサ47bが接続されている。そして、これらセンサ11a、11b、47a、47bが検出する信号を時分割してアナログ/デジタル変換し、バス73へ出力することにより、CPU71がプレス駆動用サーボモータ13及び下死点調整用サー

ボモータ41の位置情報及び速度情報を知ることができる。

【0073】尚、本発明においては、速度検出センサ11b、47bは、必須のものではなく、位置検出センサ11a、47aの位置検出信号の時間微分を速度検出信号として利用しても良い。

【0074】通信制御部81は、ネットワーク95を介して例えば設計用ワークステーションや生産管理用ワークステーションと通信し、設計用ワークステーションから生産設計が完了した加工情報を受信したり、プレス機械1の生産実績を送信することができるようになっている。

【0075】プレス駆動用サーボ制御部87は、CPU71の制御に基づいて、スライド45のモーションが加工パターンとなるようにプレス駆動用サーボモータ13を制御する。このプレス駆動用サーボ制御部87からプレス駆動用サーボモータ13への指令は、正転、逆転、角加速度、及び回転角度量はプログラマブルになっている。

【0076】下死点調整用サーボ制御部89は、CPU71の制御に基づいて、下死点調整用サーボモータ41を制御し、スライド45の下死点位置の移動調整をプログラマブルに行うことができるようになっている。

【0077】また、プレス駆動用サーボモータ13の正転、逆転に伴うスライド45の位置のどの位置においても、CPU71から下死点調整用サーボ制御部89への指示により、プログラマブルに下死点調整用サーボモータ41に回転指令を与え、スライド45の下死点位置を調整できるようになっている。また、スライド45の位置およびプレス駆動用サーボモータ13の回転角位置によりプログラマブルに設定し、図示しないワーク位置決め装置へ移動指令を出せるようになっている。

【0078】上記構成により、データメモリ85の加工パターン記憶領域85bに記憶された加工パターンに基いて、CPU71がプログラムメモリ83に記憶されたサーボ制御プログラム83bを実行することにより、CPU71からの指示に従ってプレス駆動用サーボ制御部87、下死点調整用サーボ制御部89がそれぞれプレス駆動用サーボモータ13、下死点調整用サーボモータ41を制御せしめることによって、加工パターンのスライドモーションが実現される。

【0079】図7は、本実施形態のプレス機械をデータ処理機能の観点からみた場合の動作を説明する概略フローチャートである。このデータ処理機能は、大別して、製品毎の加工情報をプレス機械に入力するための加工情報入力処理機能、入力された加工情報に基づいてスライドモーションを含む加工パターンを生成する加工パターン生成処理機能、生成された加工パターンに基づいて実際に加工を行う加工実行機能に分けられる。

【0080】図7において、まず、処理選択が行われる

(ステップ10、以下ステップをSと略す)。S10の選択において、加工情報入力であれば、プログラムメモリ83中の入出力制御プログラム83cに制御を移し、キーボードのような入力装置75から加工情報を入力し(S20)、データメモリ85の加工情報領域85aに記憶する(S30)。次いで加工情報入力を継続するか否かを判定し(S40)、継続するならS20に戻る。継続しなければ、他の処理へ移行するか否かを判定し(S50)、Yesならば、S10へ戻る。Noならば、処理を終了する。

【0081】S10の処理選択において、加工パターン生成であれば、プログラムメモリ83中の加工パターン生成プログラム83aに制御を移し、既にデータメモリ85の加工情報記憶領域85aに記憶済みの加工情報のリストをCRTディスプレイのような出力装置77に出力し(S60)、入力装置75から加工情報選択を入力する(S70)。次いで、加工情報選択がOKか否かを判定し(S80)、選択OKでなければ、S60へ戻る。選択OKであれば、選択された加工情報から加工パターンを生成し(S90)、生成した加工パターンをデータメモリ85の加工パターン記憶領域85bへ格納する(S100)。次いで、加工パターン生成を継続するか否かを判定し(S110)、YesならばS60へ戻る。S110の判定でNoならば、他の処理へ移行するか否かを判定し(S230)、YesならばS10へ戻り、Noならば終了する。

【0082】S10の処理選択において、加工実行であれば、加工選択を加工情報で行うか、加工パターンで行うかのいずれであるか加工選択モードを判定する(S120)。加工選択モードが加工情報による選択モードであれば、加工情報選択メニューを出力装置77に表示し(S130)、いずれの加工情報により加工を実行するかの加工情報選択を入力装置75から入力し(S140)、選択OKか否かを判定する(S150)。選択がOKでなければ、再度選択するために、S120へ戻る。

【0083】選択がOKであれば、選択された加工情報に対応する加工パターンがデータメモリ85の加工パターン記憶領域85bに記憶済みか否かを判定し(S160)、Noであれば、エラー表示して(S240)、S230へ移る。

【0084】S160の判定でYesであれば、選択された加工情報とともに、これに対応する加工パターン及びその生産タクトを出力装置77に表示し(S200)、選択された加工パターンで必要数のプレス加工を行う(S210)。プレス加工が終了すると、次いで加工続行か否かを判定し(S220)、Yesであれば、新たな加工パターンを選択するためにS120へ戻る。S220の判定でNoであれば、他の処理へ移行するか否かを判定するためにS230へ移る。

【0085】S120の加工選択モードにおいて、加工パターンによる選択モードであれば、加工パターン選択メニューを出力装置77に表示し(S170)、いずれの加工パターンにより加工を実行するかの加工パターン選択を入力装置75から入力し(S180)、選択OKか否かを判定する(S190)。選択がOKでなければ、再度選択するために、S120へ戻る。選択がOKであれば、S200へ移る。以下の動作は、加工情報選択モードと同様である。

【0086】以上のようにして、加工情報入力処理、加工パターン生成処理、加工実行処理がそれぞれ行われる。

【0087】次に、図8ないし図12を参照して、加工情報の具体的な例、これらの加工情報に応じて生成される加工パターン、及びこれら加工パターンに対応するクランク軸の回転動作を説明する。尚、本実施形態のプレス機械においては、プレス駆動サーボモータ13であるローテーティングフィールド・シンクロナス・サーボモータの回転軸が減速機を介さずにクランク軸19に直結されているので、プレス駆動モータの回転角度及び回転速度は、クランク軸の回転角度及び回転速度に常に一致している。

【0088】図8は、コイニング加工を行う際に、加工情報として、加工回転数(加工回転速度)、コイニング復帰位置(下死点上高さ)、コイニング加工繰り返し回数(例えば、2回とする)を入力した場合に生成されるサーボ指令波形(a)、スライド線図(b)、クランク軸回転軌跡図(c)の例を示す図である。

【0089】この例では、図8(a)に示すように、プレス駆動モータに対するサーボ指令は、クランク軸上死点における静止状態から正回転(クランク軸回転図では時計回り)方向へ一定の角加速度で加速を指示し、加工回転速度に達すると、下死点位置まで加工回転速度を維持し、下死点を過ぎると、一定の角加速度で減速し、コイニング復帰位置で指定された位置で一瞬停止した後、逆回転方向へ一定の角加速度で加速を指示し、加工回転速度で下死点位置に達し、下死点を過ぎると、一定の回転速度で回転し、上死点前で減速して上死点で静止するという動作を指示する。

【0090】これにより、同図(b)に示すように、下死点位置を2回通過して、被加工物に対して2回のプレス動作を行うコイニング加工を行うことができる。

【0091】そして、同図(c)に示すように、2回のコイニング加工を行うにもかかわらず、クランク軸の総回転角度は、1回転(360°)余りとなり、従来のクランクプレスにおける2回転に比べて、回転角度が削減され、生産効率を向上させることができる。

【0092】尚、コイニング復帰位置は直接角度で入力することも可能であるが、コイニング復帰位置を下死点上高さで入力した場合には、クランク軸の偏心半径及び

コネクティングロッドの長さに基づいて、三角関数を使用する周知の方法により、コイニング復帰位置におけるクランク軸回転角度を算出することができる。

【0093】コイニング加工の加工情報の変形例として、コイニング加工回数は、2回に限らず3回、または4回以上の任意の回数が指定可能であり、またコイニング加工のスタート位置は、上死点のみならず、任意のスタート位置をとることができる。

【0094】図9(a)は、スタート位置を上死点から下げた任意の位置に指定して、さらに生産性を向上させたコイニング2回加工の例を示すクランク軸回転軌跡図である。

【0095】図9(b)は、コイニング3回加工の例を示すクランク軸回転軌跡図である。同図から明らかなように、コイニング加工回数、即ち下死点位置の通過回数が奇数回の場合、クランク軸 $0^\circ$ と $180^\circ$ とを結ぶ線に対して、スタート位置とストップ位置、2つのコイニング復帰位置が対称となるように配置すると、複数の製品を作成する場合に、各製品における加工ストロークが同等となり好ましい。

【0096】図10は、フルストローク未満のスライド運動を繰り返し行う振り子運動の例を説明するサーボ指令波形(a)、及びスライド線図(b)である。

【0097】プレス駆動サーボモータの最高回転数は75 rpmに制限されているものとすると、このプレス機械でクランク軸を $360^\circ$ 回転させるクランクモーションを行う場合には、スライド線図は、図10(b)の破線で示すようなフルストローク130mmの動作となり、1回のプレスに0.8secを要する。

【0098】ところが、図10(b)の実線で示す振り子運動の繰り返しモーションで、スライドを下死点上高さ20mmから下死点まで往復運動させることにより、所要時間は一往復当たり0.3secとなり、生産性が約2.7倍に向上している。

【0099】図11は、プレス駆動サーボモータの最高回転数より低い任意の加工回転数で加工を行う例のサーボ指令波形(a)と、スライド線図(b)とを示すものである。

【0100】本発明においては、材料の交換のための大きいストロークを確保しながら、所定の加工速度を維持しつつ高速の繰り返し速度を実現するため、加工開始から加工終了までは、指定された加工回転数でプレス動作を行い、この前後のスライドに力の掛からない範囲においては最大回転数まで加速することができる。

【0101】即ち、図11(a)のサーボ指令波形に示すように、サーボモータの回転速度指定を最大回転数まで立ち上げた後、例えば、下死点上 $65^\circ$ 、下死点上高さ40mmの加工開始点までに加工回転数まで回転速度を低下させ、この加工回転数を加工終了点まで維持した後、再び最大回転数まで加速させるような動作を実現で

きる。これにより図11(b)に実線で示すスライド線図は、加工中最適な速度でスライドが動作し、被加工物に適した速度でプレス加工が行えると共に、加工の前後でスライドを高速に移動させ、生産性を向上させることができる。

【0102】尚、図11に示した加工パターンの変形例として、板厚と加工開始点を加工情報入力とし、加工パターン生成部は、予めデータ記憶部に記憶された板厚毎の最適加工速度を参照して、加工パターンを生成することができる。即ち、板厚に応じて、板厚が薄いと加工速度を速くし、板厚が厚いと加工速度を遅くする。

【0103】一般的金型で打ち抜き加工を行う場合、例えば、板厚の約 $1/3$ までプレスストロークが入ったときに、せん断加工が完了するので、これ以後、プレス駆動用サーボモータを加速するようなサーボ指令波形としてもよい。これにより、板厚及び加工開始点の加工情報と、予め記憶された板厚毎の最適加工速度により、加工パターン生成部が加工パターンを生成することができ、振動・騒音を抑制しつつ、最適な生産タクトで加工を行うことができる。

【0104】また、非加工物がプリント基板のような積層材の場合には、下死点に達するまでの速度は速く、下死点から復帰する際の速度は遅く制御することにより、表面部材の剥離を防止した加工を実現することができる。

【0105】図12は、プレス駆動サーボモータ13(サーボモータ(1))と、下死点調整用サーボモータ41(サーボモータ(2))との同時動作によりスライドの合成モーションを行う例を示すサーボ指令波形(a)、スライド線図(b)、及びクランク軸回転軌跡図(c)である。これ以前に説明した加工パターンは、下死点調整用のモータには、必ずしもサーボモータを使用する必要はなかったが、図12で説明する加工パターンには、図1の下死点調整用サーボモータ41、及びサーボ制御部67によるプレス駆動用サーボモータ13と下死点調整用サーボモータ41の同期制御が必須である。

【0106】さて、図12に示すように、サーボモータ(1)は、クランク軸回転角度位置 $90^\circ$ をスタート位置として、所定の角加速度で加速され、加工速度で下死点位置( $180^\circ$ )を通過した後、所定の角加速度で減速されクランク軸回転角度位置 $270^\circ$ で一旦停止した後、反転して加速し、加工速度で再度下死点を通過した後、減速してスタート位置に戻る振り子運動を行う。このサーボモータ(1)のみによるスライドモーションを図12(b)に破線で示す。

【0107】サーボモータ(1)がスタート位置から加速を始めると同時に、サーボモータ(2)は、正転されて下死点位置を下げる方向にスライドを駆動する。次いで、サーボモータ(2)は逆転されて下死点位置を元に

戻すようにスライドを駆動する。そしてスライド位置が戻ったところでクランク軸の回転が下死点位置に到達する。これにより、サーボモータ（1）によるスライドの動作と、サーボモータ（2）によるスライドの動作との合成が実際のスライドのモーションとなり、図12（b）の実線で示す合成モーションとなる。

【0108】この合成モーションは、スライドの下降運動の前半で下降速度を高め、下降運動の後半でスライド速度を低下させることになり、生産タクトを低下させることなく、加工速度を低下させることにより、製品加工時の振動・騒音を抑制することができる。

【0109】なお、本発明は、前述した発明の実施の形態に限定されることなく、適宜な変更を行うことにより、汎用プレス機械、プレスブレーキ、タレットパンチプレス、或いはシャーリング機械等においても種々の様様で実施し得るものである。

#### 【0110】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の發明によれば、減速機を介さずにクランク軸又はエキセントリック軸を直接駆動するプレス駆動サーボモータと、製品毎の加工情報を入力するデータ入力部と、入力された加工情報を記憶するデータ記憶部と、このデータ記憶部に記憶された加工情報に基づくスライドのモーションを含む加工パターンを生成する加工パターン生成部と、この加工パターン生成部が生成した加工パターンに応じて前記プレス駆動サーボモータを制御するサーボ制御部とをプレス機械に備えたことにより、従来のクランク回転に制約されることなく、最適な加工パターンにより製品を加工することができ、生産効率を向上させることができるという効果がある。

【0111】また、従来のバックラッシュ、ギヤ音による振動や騒音を低減でき、高応答にでき、エネルギーの伝達ロスをなくすことができるので電力消費量を低減することができる。

【0112】また請求項2記載の發明によれば、クランク軸又はエキセントリック軸を減速機を介して駆動するプレス駆動サーボモータと、製品毎の加工情報を入力するデータ入力部と、入力された加工情報を記憶するデータ記憶部と、このデータ記憶部に記憶された加工情報に基づくスライドのモーションを含む加工パターンを生成する加工パターン生成部と、この加工パターン生成部が生成した加工パターンに応じて前記プレス駆動サーボモータを制御するサーボ制御部とをプレス機械に備えたことにより、従来のクランク回転に制約されることなく、最適な加工パターンにより製品を加工することができ、生産効率を向上させることができるという効果がある。

【0113】また請求項3記載の發明によれば、請求項1または請求項2記載の發明の効果に加えて、前記プレス駆動サーボモータは、固定電機子に設けた第1のコイルが発生する回転磁界により回転子が磁化されるととも

に前記固定電機子に設けた第2のコイルが発生する回転磁界により前記回転子が回転させられるローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータとしたので、安価で低速大トルクのサーボモータをプレス駆動モータとして利用できるので、従来より広範囲なプレス加工を行いうことができるという効果がある。

【0114】また請求項4記載の發明によれば、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の發明の効果に加えて、前記加工情報は、上死点から下死点までのクランク回転角に対応する最大ストローク長以下の任意のストローク長を含み、前記加工パターン生成部は、前記ストローク長が最大ストローク長未満の場合、該ストローク長をプレス駆動サーボモータが正回転及び逆回転を繰り返す回動角度に変換した加工パターンを生成するようにしたので、クランクプレス機械としての加圧性を損なうことなく生産性を向上させるとともに、消費電力量を低減させることができるという効果がある。

【0115】また請求項5記載の發明によれば、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の發明の効果に加えて、前記加工情報は、上死点から下死点までのクランク回転角に対応する最大ストローク長以下の任意のストローク長を含み、前記加工パターン生成部は、前記ストローク長が最大ストローク長の場合、前記プレス駆動サーボモータの同一方向回転を加工パターンとするようにしたので、通常のクランクプレス機械としてのプレス動作も行うことができる。

【0116】また請求項6記載の發明によれば、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の發明の効果に加えて、前記加工情報は、コイニング加工時の回転速度、コイニング復帰位置、コイニング加工繰り返し回数を含み、前記加工パターン生成部は、前記加工情報に基づいて、前記プレス駆動サーボモータを加工開始位置から加工終了位置まで指定された回転速度で指定回数だけ回動させる加工パターンを生成することにより、同一ワークに対して前記スライドを最大ストロークより小さいストロークの繰り返し往復運動させることができるようになり、指定された回転速度で指定の加圧回数を必要とするコイニング加工の生産性を向上させることができるという効果がある。

【0117】また請求項7記載の發明によれば、請求項6記載の發明の効果に加えて、前記加工情報は、コイニング加工の加工開始位置を更に含み、前記加工パターン生成部は、前記プレス駆動サーボモータを加工開始位置から指定回数だけ回動させる加工パターンを生成することにより、必要最小限のスライドストロークの繰り返し往復運動によりさらに生産性を向上させることができる。

【0118】また請求項8記載の發明によれば、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の發明の効果に加えて、前記加工情報は、加工回転数、加工開始点及び加工

終了点を含み、前記加工パターン生成部は、加工回転数、加工開始点及び加工終了点に従って加工パターンを生成するようにしたので、製品の板厚、必要な加圧力等を考慮して、必ずしもスライドストロークの下死点を含まない加工パターンにより高速に加工を行うことができる。

【0119】また請求項9記載の発明によれば、請求項8記載の発明の効果に加えて、前記データ記憶部は、予め各製品に共通の機械構造によって定まる最大回転数及び加減速時定数を記憶し、前記加工パターン生成部は、加工開始点から加工終了点以外のストロークにおいて最大回転数及び加減速時定数に従って加工パターンを生成するようにしたので、加工回転数に影響を及ぼすことなく、非加工時のストロークを高速に移動させ、生産性を向上させることができる。

【0120】また請求項10記載の発明によれば、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の発明の効果に加えて、前記加工情報は、板厚、加工開始点及び加工終了点をそれぞれ製品毎に含み、前記データ記憶部は、予め板厚毎に最適加工速度を記憶し、前記加工パターン生成部は、板厚、加工開始点及び最適加工速度に従って加工パターンを生成するようにしたので、加工パターンの作成が容易となるとともに、加工実績のある加工パターンを利用することができるという効果がある。

【0121】また請求項11記載の発明によれば、請求項10記載の発明の効果に加えて、前記加工パターン生成部が生成する加工パターンは、加工開始点から板厚の約1/3まで前記スライドのストロークが進んだ時点、つまり打ち抜き加工完了後から加工速度を加速するようにしたので、プレス機械が発する騒音を低減するとともに、生産性を向上させることができるという効果がある。

【0122】また請求項12記載の発明によれば、請求項10記載の発明の効果に加えて、前記加工情報は、製品毎の加工開始点から加工終了点までの任意に変化する加工速度情報を更に含み、前記加工パターン生成部は、板厚、加工開始点及び前記加工速度情報により加工パターンを生成するようにしたので、例えば、打ち抜きの場合、通常材料の打ち抜きができる板厚の約1/3までは比較的低速にストロークを進め、板厚の約1/3を過ぎて打ち抜き加工完了後から高速にストロークを進めることにより、騒音を抑制しながら生産性を向上させることができる。

【0123】また請求項13記載の発明によれば、請求項1ないし請求項12のいずれかに記載の発明の効果に加えて、前記加工情報は、加工を実施する時間帯毎の加工速度情報を含み、前記加工パターン生成部は、加工時の時間帯に合わせて加工情報を選択して加工パターンを生成するようにしたので、加工時の時間帯の騒音規制値を遵守しつつ、最大限の生産性を達成することができる

という効果がある。

【0124】また請求項14記載の発明によれば、請求項1ないし請求項13のいずれかに記載の発明の効果に加えて、前記スライドの下死点位置を調整する下死点調整用サーボモータをさらに備え、前記加工パターン生成部は、前記プレス駆動サーボモータによるスライドの上下運動と前記下死点調整用サーボモータによる下死点調整運動とが合成された合成モーションとして加工パターンを生成し、前記サーボ制御部は、前記プレス駆動サーボモータの制御と前記下死点調整用サーボモータの制御とを同期させて、前記合成モーションによるプレス動作を行わしめるようにしたので、ストロークを順次伸ばすことにより一連の絞り加工における金型数を削減することができるという効果がある。

【0125】また請求項15記載の発明によれば、請求項1ないし請求項14のいずれかに記載の発明の効果に加えて、前記データ入力部から入力された入力データ、または前記加工パターン生成部が生成した加工パターンによる生産タクトを表示する表示部を更に備えたことにより、生産タクトを容易に認識することができるという効果がある。

【0126】また請求項16記載の発明によれば、請求項1ないし請求項15のいずれか1項記載のプレス機械において、前記プレス機械は、汎用プレス機械、プレスブレーキ、タレットパンチプレス、或いはシャーリング機械であることとしたので、汎用プレス機械、プレスブレーキ、タレットパンチプレス、或いはシャーリング機械においても請求項1ないし請求項15記載の発明の効果を享受できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプレス機械の実施形態の構成を示すシステム構成図である。

【図2】実施形態に用いられるローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータの基本的な構成を示す模式的な断面図である。

【図3】図2の左側面図である。

【図4】図2の電機子コイル部の状態を示す模式的な断面図である。

【図5】本発明の実施の形態を示すもので、永久磁石を用いたローテティングフィールド・シンクロナス・サーボモータの構成を示す模式的な断面図である。

【図6】実施形態の制御装置を例えればマイクロコンピュータを用いて構成したブロック図である。

【図7】本実施形態のプレス機械をデータ処理機能の観点からみた場合の動作を説明する概略フローチャートである。

【図8】実施形態のプレス機械において、コイニング加工を行う際のサーボ指令波形(a)、スライド線図(b)、クランク軸回転軌跡図(c)の例を示す図である。

【図9】スタート位置を上死点から下げた任意の位置に指定して、さらに生産性を向上させたコイニング2回加工の例を示すクランク軸回転軌跡図(a)、及びコイニング3回加工の例を示すクランク軸回転軌跡図(b)である。

【図10】フルストローク未満のスライド運動を繰り返し行う振り子運転の例を説明するサーボ指令波形(a)、及びスライド線図(b)である。

【図11】プレス駆動サーボモータの最高回転数より低い任意の加工回転数で加工を行う例のサーボ指令波形

(a)と、スライド線図(b)である。

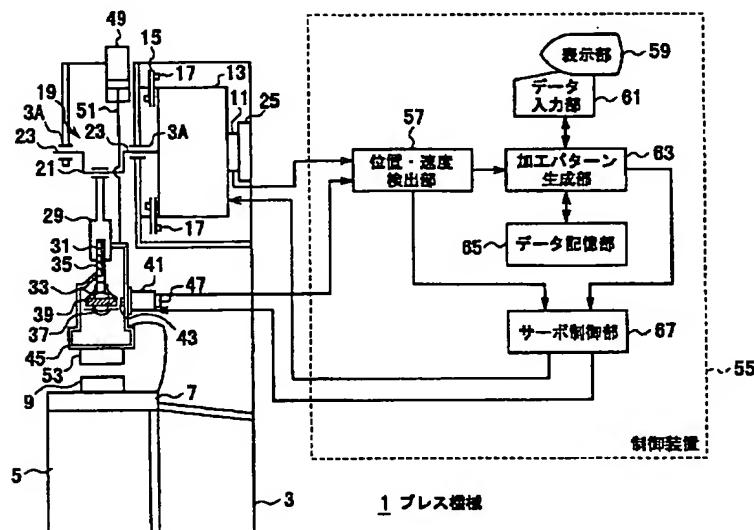
【図12】プレス駆動サーボモータ(サーボモータ(1))と、下死点調整用サーボモータ(サーボモータ(2))との協動によりスライドの合成モーションを行う例を示すサーボ指令波形(a)、スライド線図(b)、及びクランク軸回転軌跡図(c)である。

#### 【符号の説明】

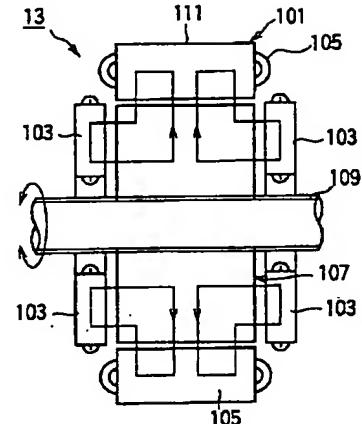
1 プレス機械

- 3 機械フレーム
- 7 ボルスタ
- 9 下型
- 11 位置検出センサ
- 13 プレス駆動用サーボモータ
- 19 クランク軸
- 29 コネクティングロッド
- 41 下死点調整用サーボモータ
- 45 スライド
- 47 位置検出センサ
- 53 上型
- 55 制御装置
- 57 位置・速度検出部
- 59 表示部
- 61 データ入力部
- 63 加工パターン生成部
- 65 データ記憶部
- 67 データ記憶部
- 69 サーボ制御部

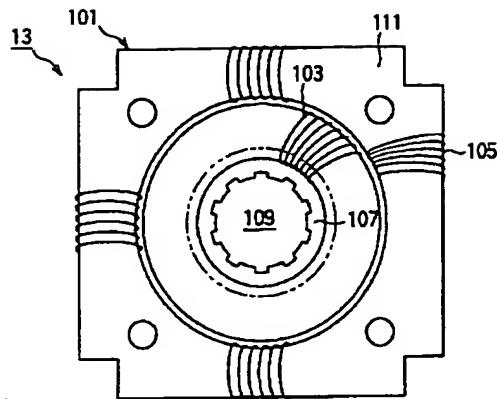
【図1】



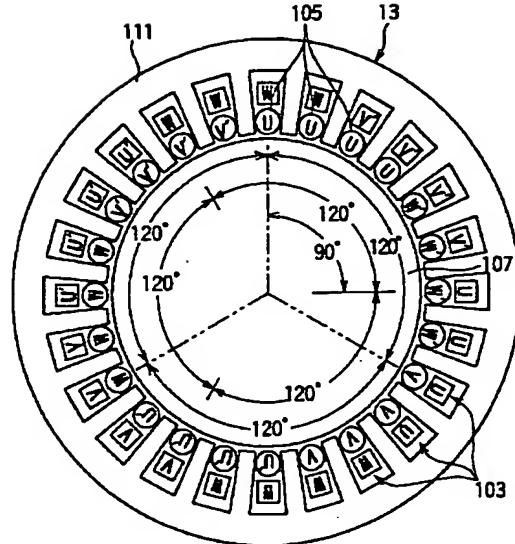
【図2】



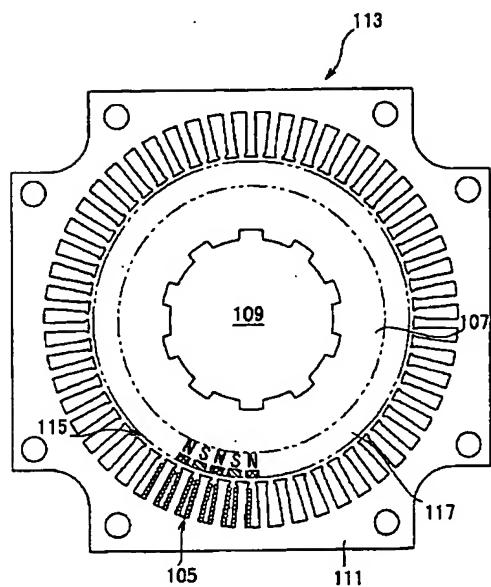
【図3】



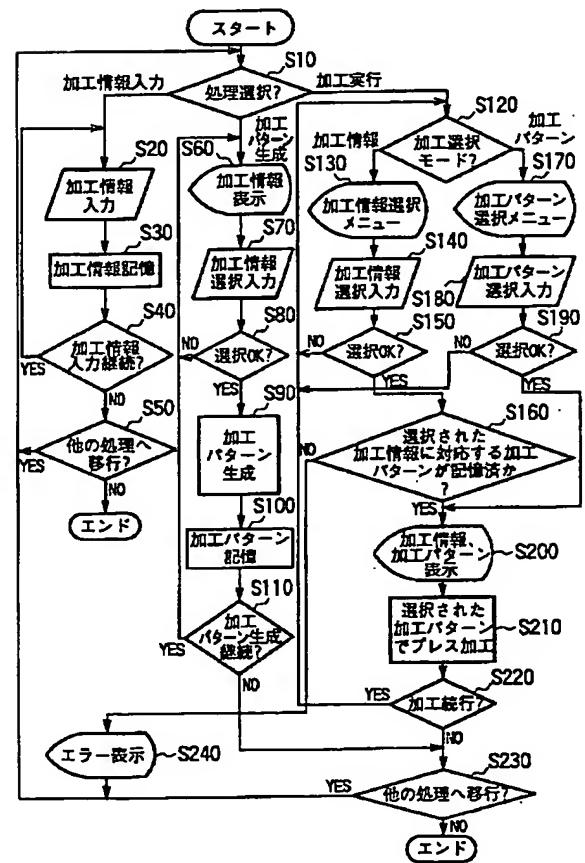
【図4】



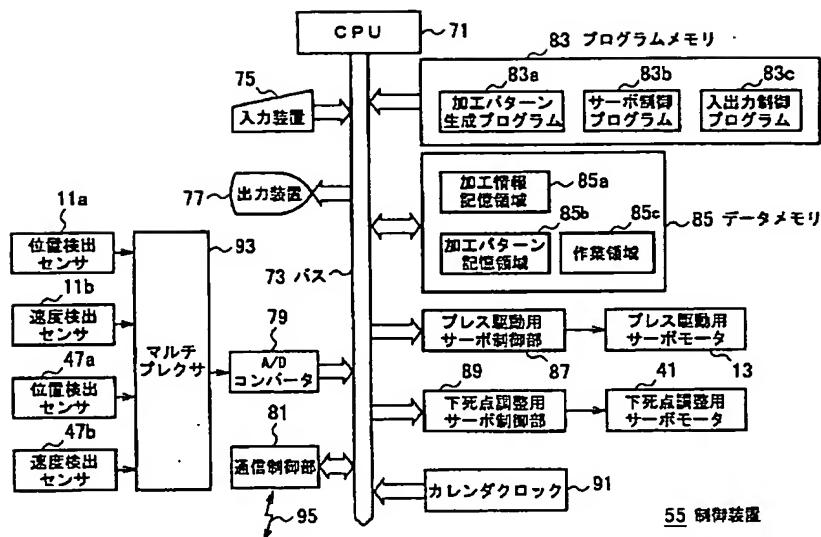
【図5】



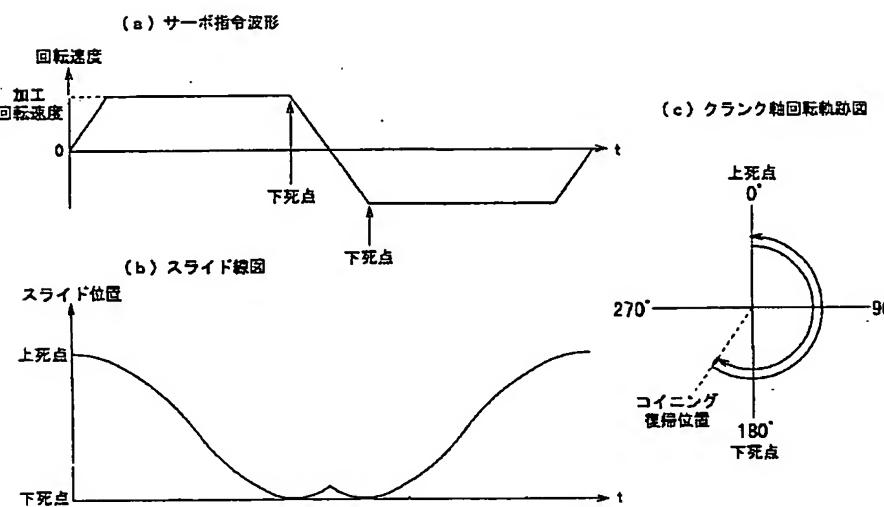
【図7】



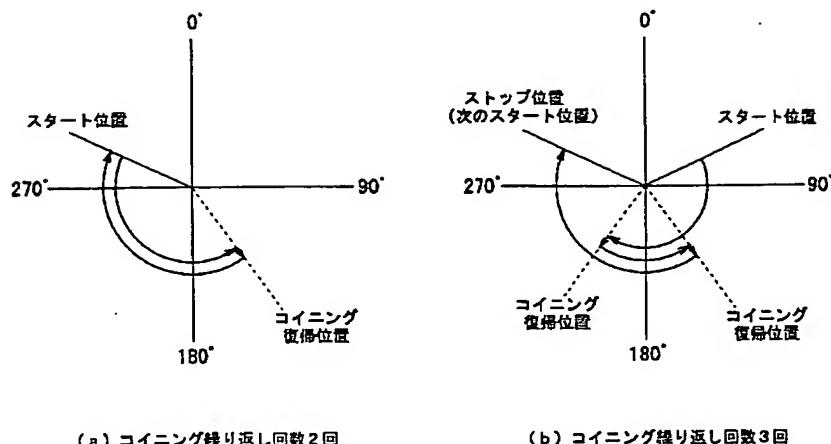
【図6】



【図8】



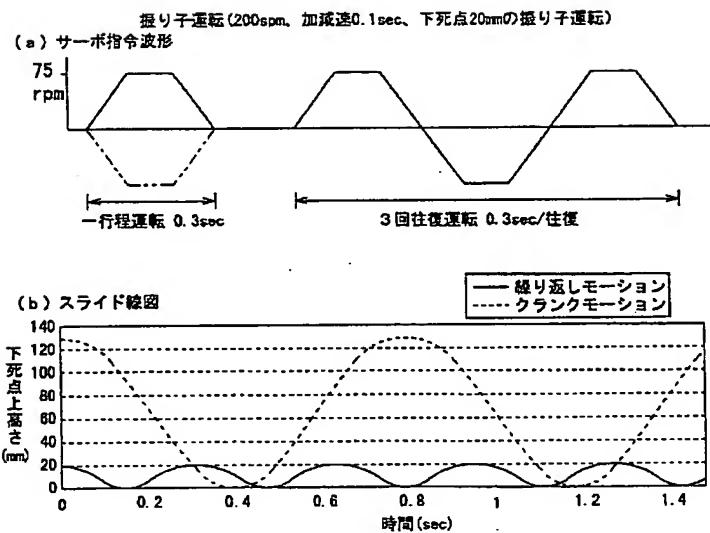
【図9】



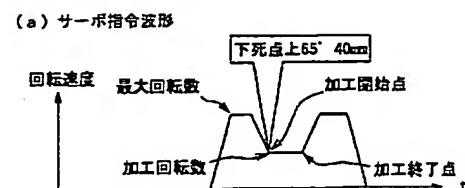
(a) コイニング繰り返し回数2回

(b) コイニング繰り返し回数3回

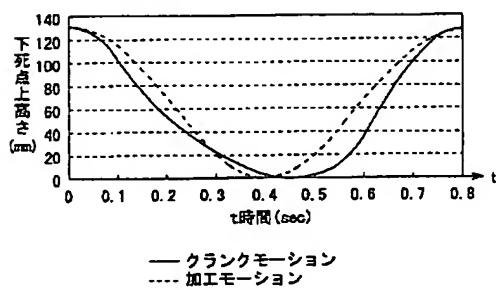
【図10】



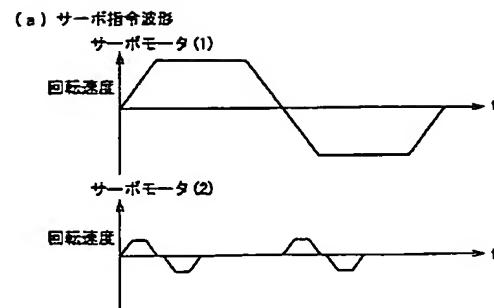
【図11】



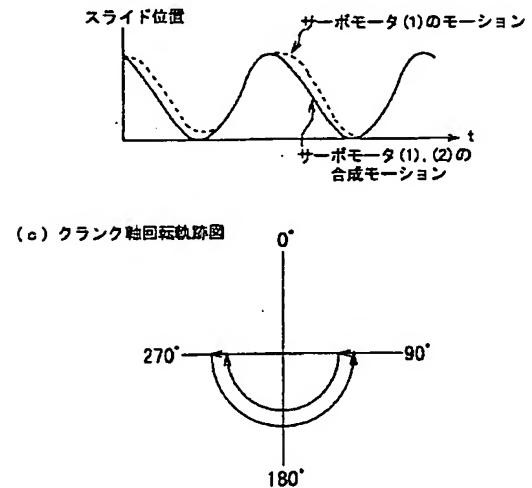
(b) スライド線図



【図12】



(b) スライド線図



フロントページの続き

(72)発明者 曾我 充正  
神奈川県小田原市柏山977

(72)発明者 牟田 剛  
神奈川県秦野市南矢名526-12  
F ターム(参考) 4E088 GA08  
4E090 AA01 BA02 CC01 CD10